

Beschreibung

Verfahren zur Synchronisation eines in Funkzellen aufgeteilten Funkkommunikationssystems, sowie eine Basis- und Mobilstation in einem derartigen System

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisation eines in Funkzellen aufgeteilten Funkkommunikationssystems gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie eine Basisstation, eine Mobilstation und ein Funkkommunikationssystem in einem derartigen System.

Zellulare Funkkommunikationssysteme, insbesondere Mobilfunksysteme, werden in synchronisierte und in nichtsynchronisierte Funkkommunikationssysteme unterteilt.

Bei ersteren sind Basisstationen benachbarter Funkzellen zueinander zeitlich und/oder hinsichtlich der Trägerfrequenzen synchronisiert. Zur Synchronisation, insbesondere zur Zeitsynchronisation, werden beispielsweise seitens der Basisstationen GPS-Empfänger eingesetzt oder es werden Basisstationen mittels aufwändig auszutauschender Synchronisationssignale aufeinander synchronisiert. Bei der Übertragung von Synchronisationssignalen wiederum werden Funkübertragungsressourcen belegt, die somit nicht mehr für eine gebührenpflichtige Teilnehmernutzdatenübertragung (Payload) zur Verfügung stehen.

Bei nichtsynchronisierten Funkkommunikationssystemen sind Basisstationen benachbarter Funkzellen untereinander nicht synchronisiert.

Insbesondere bei Mobilfunknetzen gewinnen Synchronisationsverfahren an Bedeutung, wenn zur Datenübertragung so genannte "Orthogonal Frequency Division Multiplexing"- Übertragungstechniken, kurz OFDM-Übertragungstechniken, verwendet werden. Mit Hilfe von OFDM-Datenübertragungen sind hohe Datenra-

- ten erfordernde Dienste, insbesondere Videoübertragungen, kosteneffizient übertragbar. Eine OFDM-Daten-übertragung erfolgt mittels so genannter Subträger (Subcarrier), die durch Unterteilung einer zur Verfügung stehenden Bandbreite gebildet werden. Da diese Subträger in benachbarten Funkzellen besonders vorteilhaft mehrfach genutzt werden, sind bei Planung und Betrieb entstehende Gleichkanalstörungen ("Cochannel"-Interferenzen) zu beachten.
- 10 Für eine bezüglich einer Datenübertragung optimierte Zuteilung von Funkübertragungsressourcen (Radio-Ressourcen-Management, RRM) ist eine exakte Frequenz- und/oder Zeitsynchronisation notwendig, abhängig vom jeweils verwendeten Funkübertragungsverfahren. Die beiden beispielhaft genannten
- 15 Synchronisationsverfahren sind dadurch, dass sie auf empfangenen Mobilstationssignalen basieren, bezüglich der Genauigkeit im großen Maße abhängig sowohl von der Qualität als auch von der Anzahl der empfangenen Mobilstationssignale.
- 20 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, für ein zellular aufgebautes Funkkommunikationssystem, insbesondere für ein Mobilfunksystem mit OFDM-Datenübertragung, ein Synchronisationsverfahren mit geringem Aufwand anzugeben.
- 25 Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.
- Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird bei einem zellularen Funkkommunikationssystem mit einfachen Mitteln eine Synchronisation bezüglich Zeit und/oder Frequenz mit Hilfe von Pilotsignalen realisiert.
- 30 Dabei wird zur Synchronisation insbesondere auf den Einsatz von kostenintensiven GPS-Empfängern verzichtet und es wird auf eine Übertragung zusätzlicher Signalisierungsinformationen zur Synchronisation verzichtet, die bislang zwischen Ba-

sisstation und Mobilstation auf einer höheren Protokollschicht ausgetauscht werden mussten.

Die erfindungsgemäße Synchronisation wird selbstständig und
5 lediglich durch empfangsseitige Signalverarbeitung und Nachregelung eines Synchronisationszustands der Basisstationen bzw. der Mobilstationen durchgeführt.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung von Pilotsignalen erfolgt beispielsweise innerhalb jeder Funkzelle eine Pilotsignalüberlagerung, die an einer betrachteten Basisstation vorteilhaft zu einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis des Pilotsignals führt. Eine empfangsseitige Auswertung der Pilotsignale zu Synchronisationszwecken wird somit auch bei ungünstigen Empfangsverhältnissen realisiert.
15

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird an einer betrachteten Basisstation vorteilhaft eine Pilotsignalüberlagerung mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis erzielt, mit dem eine empfangsseitige Auswertung der Pilotsignale zu Synchronisationszwecken auch bei ungünstigen Empfangsverhältnissen realisiert wird.
20

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird durch die vorgeschlagene Pilotsignalstruktur bzw. durch die insbesondere zufällig erfolgende Auswahl des Pilotsignals keine zentrale Kontrolleinrichtung zur Vergabe der jeweiligen Pilotsignale benötigt.
25

Durch die erfindungsgemäße Pilotsignalauswahl und -zuordnung, die beispielsweise funkzellenspezifisch und gegebenenfalls durch zufällig Auswahl erfolgt, wird eine funkzellenabhängige Gewichtung empfangener Mobilstationssignale bzw. Basisstationssignale ermöglicht. Bei Ermittlung des Synchronisationswertes für die durchzuführende Frequenz- und/oder Zeitsynchronisation ist somit eine bezüglich der Funkzellen gewichtete Synchronisationswertschätzung möglich, bei der auch
30
35

schwach empfangene Mobilstations- bzw. Basisstationssignale berücksichtigt werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher
5 erläutert. Dabei zeigen:

- FIG 1 das erfindungsgemäße Synchronisationsverfahren an einem
zellular aufgebauten Funkkommunikationssystem,
FIG 2 eine Pilotsignal-Subträger Empfangssituation an einer
10 in FIG 1 dargestellten Basisstation,
FIG 3 einen Rahmen, mit dessen Hilfe sowohl Nutzdaten als
auch Pilotsignale übertragen werden, bezogen auf die
Figuren FIG 1 und FIG 2,
FIG 4 eine Überlagerung von Mobilstationssignalen einer ge-
15 meinsamen Funkzelle an einer Basisstation, und
FIG 5 eine Überlagerung von Mobilstationssignalen benachbar-
ter Funkzellen an einer Basisstation.

FIG 1 zeigt das erfindungsgemäße Synchronisationsverfahren an
20 einem zellular aufgebauten Funkkommunikationssystem.

Es wird stellvertretend für andere Mobilfunksysteme ein zel-
lulares Funkkommunikationssystem betrachtet, bei dem eine Da-
tenübertragung mittels einer OFDM-Übertragungstechnik derart
25 durchgeführt wird, dass die Datenübertragung mittels einer
auf Zeitschlitzten basierenden Rahmenstruktur und ein Viel-
fachzugriff unterschiedlicher Teilnehmer im Frequenzbereich
(Frequency Division Multiple Access, FDMA) erfolgt.

30 Eine zur Verfügung stehende Bandbreite wird in so genannte
Subträger unterteilt, unterschiedliche Teilnehmer übertragen
zeitschlitzweise auf unterschiedlichen Subträgern.

Basisstationen benachbarter Funkzellen verwenden gemeinsam
35 einen Vorrat an Funkübertragungsressourcen, der durch Zeit-
schlitze der Subträger gebildet wird. Benachbarte Funkzellen

weisen somit einen Frequenzwiederholungsfaktor von eins bezüglich der Subträger auf.

Drei benachbarte Funkzellen FZ1 bis FZ3 weisen jeweils eine
5 Basisstation BTS1 bis BTS3 auf. Jede einzelne der Basisstationen BTS1 bis BTS3 versorgt eine Anzahl von der jeweiligen Funkzelle FZ1 bis FZ3 zugeordneten Mobilstationen MT11 bis MT33. Dabei sind einer ersten Basisstation BTS1 zur Funkversorgung insgesamt vier Mobilstationen MT11 bis MT14, einer
10 zweiten Basisstation BTS2 insgesamt fünf Mobilstationen MT21 bis MT25 und einer dritten Basisstation BTS3 insgesamt drei Mobilstationen MT31 bis MT33 zur Funkversorgung zugeteilt.

Stellvertretend für alle anderen betrachtet wählt erfindungsgemäß die erste Basisstation BTS1 aufgrund der OFDM-Datenübertragung aus den zur Verfügung stehenden Subträgern zwei
15 Pilotsignal-Subträger TS11 und TS12 für eine Pilotsignalübertragung aus. Die erste Basisstation BTS1 teilt den zugeordneten Mobilstationen MT11 bis MT14 beispielsweise durch direkte
20 Signalisierung die ausgewählten Pilotsignal-Subträger TS11 und TS12 mit.

Diese ausgewählten Pilotsignal-Subträger TS11 und TS12 werden parallel mit anderen Subträgern, die einer Nutzdatenübertragung zugeordnet sind, zur Übertragung eines in einer Abwärtsrichtung (Downlink) zu sendenden Datenrahmens verwendet.
25

Abweichend zur direkten Signalisierung der verwendeten Pilotsignal-Subträger ist auch eine Verwendung von sende- und empfangsseitig angeordneten Tabellen möglich, in denen jeweils
30 zu verwendende Pilotsignal-Subträgerpaare abgelegt sind. In diesem Fall wird durch die Basisstation ein entsprechendes Subträgerpaar durch Verweis auf einen Tabelleneintrag den zugeordneten Mobilstationen mitgeteilt.

35

Eine zufällige Auswahl von Pilotsignal-Subträgerpaaren kann auch mit Hilfe eines Sprungmusters bei einer festgelegten

Menge von Pilotsignal-Subträgern erfolgen. Dann wird den zugeordneten Mobilstationen beispielsweise das Sprungmuster mitgeteilt.

- 5 Seitens der Mobilstationen MT11 bis MT14 werden die signalisierten Pilotsignal-Subträger TS11, TS12 ebenfalls für eine Pilotsignalübertragung in einer Aufwärtsrichtung (Uplink) zur ersten Basisstation BTS1 verwendet.
- 10 Vorteilhafterweise erfolgt die seitens der Basisstation BTS1 durchgeführte Auswahl der Pilotsignal-Subträger zufällig und wird rahmenweise wechselnd durchgeführt, wodurch sowohl im Uplink als auch im Downlink die Pilotsignal-Subträger rahmenweise wechseln.
- 15 Gleiches gilt für die zweite Basisstation BTS2 und für die dritte Basisstation BTS3 der benachbarten Funkzellen FZ2 und FZ3. Die zweite Basisstation BTS2 wählt beispielsweise zwei Pilotsignal-Subträger TS21 und TS22 aus, die sie im Downlink
- 20 an die zugeordneten Mobilstationen MT21 bis MT25 signalisiert, während die dritte Basisstation BTS3 beispielsweise zwei Pilotsignal-Subträger TS31 und TS32 auswählt und entsprechend an die ihr zugeordneten Mobilstationen MT31 bis MT33 signalisiert.
- 25 Die Mobilstationen MT21 bis MT25 verwenden ihrerseits die ihnen zugeordneten Pilotsignal-Subträger TS21 und TS22 für eine Pilotsignalübertragung im Uplink zur zweiten Basisstation
- 30 BTS2, während die Mobilstationen MT31 bis MT33 die ihnen zugeordneten Pilotsignal-Subträger TS31 und TS32 für eine Pilotsignalübertragung im Uplink zur dritten Basisstation BTS3 verwenden.
- 35 Stellvertretend für die benachbarten Funkzellen FZ2, FZ3 wird anhand der ersten Funkzelle FZ1 die erfindungsgemäße Synchronisation näher erläutert. Dabei ist hier unter Synchronisation eine zeitliche Synchronisation von Zeitschlitzten und/oder

eine Frequenzsynchronisation verwendeter Subträger zu verstehen.

Die erste Basisstation BTS1 der ersten Funkzelle FZ1 empfängt
5 im Uplink UL neben den Pilotsignalen TS11, TS12 der ihr zugeordneten Mobilstationen MT11 bis MT14 noch zusätzlich beispielsweise die Pilotsignale TS21, TS22, TS31, TS32 der Mobilstationen MT21, MT22, MT31 und MT32 der benachbarten Funkzellen FZ2 und FZ3. Die erste Basisstation BTS1 bestimmt basierend auf den empfangenen Pilotsignalen TS11, TS12, TS21,
10 TS22, TS31 und TS32 eine erste Zeitabweichung und/oder eine erste Frequenzabweichung und leitet aus diesen Werten einen geeigneten Synchronisationswert für die Zeit- und/oder für die Frequenzsynchronisation ab, auf die bzw. auf den sich die
15 erste Basisstation BTS1 synchronisiert.

Stellvertretend für alle Mobilstationen betrachtet, empfängt im Downlink eine dritte Mobilstation MT13 der ersten Funkzelle FZ1 neben Pilotsignalen TS11, TS12 der Basisstation BTS1
20 der eigenen Funkzelle FZ1 auch Pilotsignale TS21, TS22, TS31, TS32 der benachbarten Basisstationen BTS2 und BTS3 der Funkzellen FZ2 und FZ3. Die dritte Mobilstation M13 bestimmt nun basierend auf den empfangenen Pilotsignalen TS11, TS12, TS21, TS22, TS31 und TS32 eine zweite Zeitabweichung und/oder eine
25 zweite Frequenzabweichung und leitet aus diesen Werten einen geeigneten Synchronisationswert zur Zeit- und/oder Frequenzsynchronisation ab, auf den bzw. auf die sich die Mobilstation MT13 synchronisiert.

30 Diese erfindungsgemäße Synchronisation wird rahmenweise wiederholt, wodurch sich im zeitlichen Mittel eine genaue, selbstorganisierte Zeit- und/oder Frequenzsynchronisation ergibt.

35 FIG 2 zeigt bezugnehmend auf FIG 1 eine Pilotsignal-Subträger Empfangssituation an der ersten Basisstation BTS1. Dabei sind

an der horizontalen Achse Subträgerfrequenzen f und an der vertikalen Achse Symbole SYMB aufgetragen.

Die erste Basisstation BTS1 empfängt sowohl die der ersten Funkzelle FZ1 zuordenbaren Pilotsignal-Subträger TS11 und TS12 der Mobilstationen MT11 bis MT14 als auch die der zweiten Funkzelle FZ2 zuordenbaren Pilotsignal-Subträger TS21 und TS22 der Mobilstationen MT21 und MT22 und die der dritten Funkzelle FZ3 zuordenbaren Pilotsignal-Subträger TS31 und TS32 der Mobilstationen MT31 und MT32.

Während der Pilotsignalübertragung werden durch die weiteren zur Verfügung stehenden Subträger keine Symbole SYMB übertragen - hier dargestellt als kreisförmige Markierungen auf der horizontalen Achse.

Die Subträger-Paare TS11 und TS12, TS21 und TS22, TS31 und TS32 werden durch ein nichtbenutztes Subträger-Band GB getrennt, durch das während der Pilotsignaldauer Zwischenträgerstörungen (Inter-Carrier-Interferenz, ICI) vermieden werden.

FIG 3 zeigt einen Rahmen Fr, mit dessen Hilfe sowohl Nutzdaten Data als auch Pilotsignale Test übertragen werden, im Bezug auf die Figuren FIG 1, FIG 2.

Dabei sind an der vertikalen Achse zur Verfügung stehende Subträger sub aufgetragen, während an der horizontalen Achse ein zeitlicher Verlauf Time des Rahmens Fr dargestellt ist.

Der Rahmen Fr weist einen zur Nutzdatenübertragung verwendeten ersten Block Data auf, wobei die Nutzdatenübertragung mit Hilfe einer hier nicht näher beschriebenen OFDM-Datenübertragung durchgeführt wird. Am Ende des ersten Blocks Data schließt sich ein zweiter Block Test an, der zur Pilotsignalübertragung verwendet wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden von jeder Basisstation jeweils zwei unmittelbar benachbarte Subträger TS11 und TS12 bzw. TS21 und TS22 bzw. TS31 und TS32 als Pilotsignal-Subträger ausgewählt. Anhand von zwei benachbarten Pilot-
5 signal-Subträgern, die jeweils gleiche Symbole übertragen, wird eine Zeitabweichung beispielsweise der ersten Basisstation BTS1 zu den Mobilstationen MT11 bis MT14, MT21, MT22, MT31 und MT32 durch Schätzung bestimmt.

10 Zur Bestimmung eines Frequenzsynchronisationswerts für eine Frequenzsynchronisation werden mindestens zwei aufeinanderfolgende Symbole SYM1 und SYM2 bzw. Sym2 und SYM3 der Pilot-
signal-Subträger TS11 und TS12 bzw. TS21 und TS22 bzw. TS31 und TS32 verwendet. Bei Verwendung von drei Symbolen SYM1 bis
15 SYM3 wird die durchzuführende Schätzung zur Bildung des Frequenzsynchronisationswerts in der Genauigkeit verbessert, da hierdurch so genannte Zwischensymbolstörungen (Intersymbol-
Interferenzen, ISI) während der Auswertung zur Synchronisation vermieden werden.

20 Die Pilotsignal-Subträger TS11 und TS12 bzw. TS21 und TS22 bzw. TS31 und TS32 einer Funkzelle sind idealerweise direkt benachbart, jedoch ist auch hier ein Abstand zwischen den
beiden Pilotsignal-Subträgern TS11 und TS12 bzw. zwischen den
25 beiden Pilotsignal-Subträgern TS21 und TS22 bzw. zwischen den beiden Pilotsignal-Subträgern TS31 und TS32 möglich. Dieser Abstand ist dabei so zu wählen, dass die einzelnen Pilotsig-
nal-Subträger entsprechend einer vorgebbaren minimalen Pha-
senabweichung voneinander entfernt sind.

30 FIG 4 zeigt in einem Ausschnitt eine Überlagerung von Mobilstationssignalen der Mobilstationen MT11 bis MT12 der gemeinsamen Funkzelle FZ1 an der Basisstation BTS1. Dabei ist je-
weils an der vertikalen Achse eine Sendeleistung TX Power und
35 auf der horizontalen Achse ein zeitlicher Verlauf Time eines Rahmens aufgetragen, während eine dritte Achse zur Kennzeichnung von Subträgerfrequenzen Frequency dient.

Die drei Mobilstationen MT11 bis MT13 verwenden im Uplink jeweils gleichzeitig gleich aufgebaute Pilotsignal-Subträger testsub innerhalb eines Bereichs Test.

5

In einem Bereich Data erfolgt hingegen die jeweilige Nutzdatenübertragung der jeweiligen Mobilstation MT11 bis MT13 mit Hilfe von Subträgern datasub.

- 10 An der Basisstation BTS1 erfolgt eine additive Überlagerung der von den Mobilstationen MT11 bis MT13 gesendeten Mobilstationssignale, wobei innerhalb des Bereichs Test eine deutliche Signalpegelerhöhung erzielt wird - ohne dass zu diesem Zweck eine Sendeleistungserhöhung seitens der Mobilstationen
- 15 MT11 bis MT13 erforderlich wäre.

- Zusammenfassend werden einheitliche Symbole der Pilotsignal-Subträger testsub zeitgleich innerhalb einer Funkzelle von allen Mobilstationen MT11 bis MT13 ausgesendet, wodurch eine
- 20 Erhöhung des Empfangspegels des Summensignals an der betrachteten Basisstation BTS1 erzielt wird. Idealerweise wird ein maximaler Frequenzabstand zwischen den für die Pilotsignalübertragung verwendeten Subträgerpaare verwendet. In einer vorteilhaften Weiterbildung wird ein phasenkontinuierliches
- 25 Pilotsignal übertragen.

- Stellvertretend für die Mobilstationen MT11 bis MT13 und für die Basisstation BTS1 ist an der Mobilstation MT12 ein OFDM-Symbol symb und ein OFDM-Subträger sub eingetragen.

30

FIG 5 zeigt in einem Ausschnitt eine Überlagerung von Mobilstationssignalen benachbarter Funkzellen FZ1 bis FZ3 an einer empfangenden Basisstation BTS1.

- 35 Dabei ist jeweils an der vertikalen Achse eine Sendeleistung TX Power und auf der horizontalen Achse ein zeitlicher Ver-

11

lauf Time eines Rahmens aufgetragen, während eine dritte Achse zur Kennzeichnung von Subträgerfrequenzen Frequency dient.

5 Im Bereich Data erfolgt wiederum jeweils eine Nutzdatenübertragung während im Bereich Test wiederum eine Pilotsignalübertragung mit entsprechenden Pilotsignal-Subträgern stattfindet.

10 Mobilstationssignale der drei Funkzellen FZ1 bis FZ3 überlagern sich additiv mit jeweils zugeordnetem Pilotsignal-Subträgerpaar TS11 und TS12, TS21 und TS22 sowie TS31 und TS32 an der Basisstation BTS1.

15 Jedes empfangene Subträgerpaar TS11 und TS12, TS21 und TS22 sowie TS31 und TS32 ist einer Funkzelle FZ1 bis FZ3 zuordenbar. Dadurch sind die in benachbarten Funkzellen auftretenden Zeit- und Frequenzabweichungen in jeder Basisstation individuell bestimmbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Synchronisation eines in Funkzellen aufgeteilten Funkkommunikationssystems,
- 5 - bei dem mittels Vielfachzugriffsverfahren Daten übertragen werden,
- bei dem jede Funkzelle eine Basisstation zur Funkversorgung mehrerer der Funkzelle zugeordneter Mobilstationen aufweist,
- 10 **dadurch gekennzeichnet,**
- dass eine Basisstation mindestens ein Pilotsignal bestimmt und den zugeordneten Mobilstationen in einer Abwärtsrichtung mitteilt,
- dass die zugeordneten Mobilstationen das mitgeteilte Pilotsignal in einer Aufwärtsrichtung zur Basisstation übertragen,
- 15 - dass die Basisstation Pilotsignale sowohl von den ihr zugeordneten Mobilstationen als auch Pilotsignale von Mobilstationen benachbarter Funkzellen empfängt und aus
- 20 den empfangenen Pilotsignalen einen Synchronisationswert für eine Zeitsynchronisation und/oder für eine Frequenzsynchronisation bestimmt, auf den sich die Basisstation synchronisiert.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- dass eine Mobilstation neben dem Pilotsignal der Basisstation der eigenen Funkzelle auch Pilotsignale von Basisstationen aus benachbarten Funkzellen empfängt, und
- 30 - dass die Mobilstation aus den empfangenen Pilotsignalen einen Synchronisationswert für eine Zeitsynchronisation und/oder für eine Frequenzsynchronisation bestimmt, auf den sich die Mobilstation synchronisiert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass das Pilotsignal durch die Basisstation zufällig aus-
gewählt wird und/oder dass das Pilotsignal seitens der Mo-
bilstationen einer Funkzelle in Aufwärtsrichtung derart
5 übertragen wird, dass innerhalb der Funkzelle eine Pilot-
signal-Pegelüberhöhung erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch ge-
kennzeichnet, dass zur Datenübertragung ein Zeitschlitz-
10 Vielfachzugriffsverfahren und/oder ein Frequenz-Viel-
fachzugriffsverfahren verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
beim Zeitschlitz-Vielfachzugriffsverfahren mit rahmenwei-
15 ser Datenübertragung das Pilotsignal rahmenweise wechselnd
ausgewählt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet,
dass beim Zeitschlitz-Vielfachzugriffsverfahren mit rah-
20 menweiser Datenübertragung das Pilotsignal am Rahmenende
übertragen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch ge-
kennzeichnet, dass zur Pilotsignalübertragung gleiche
25 Zeitschlitze und/oder gleiche Frequenzen verwendet werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass zur Datenübertragung ein OFDM-Daten-
übertragungsverfahren verwendet wird und dass mindestens
30 zwei Pilotsignal-Subträger zur Pilotsignalübertragung ver-
wendet werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
bei Verwendung eines Zeitschlitz-Vielfachzugriffs-
35 verfahrens mit rahmenweiser Datenübertragung die Pilotsig-
nal-Subträger rahmenweise wechselnd ausgewählt werden.

14

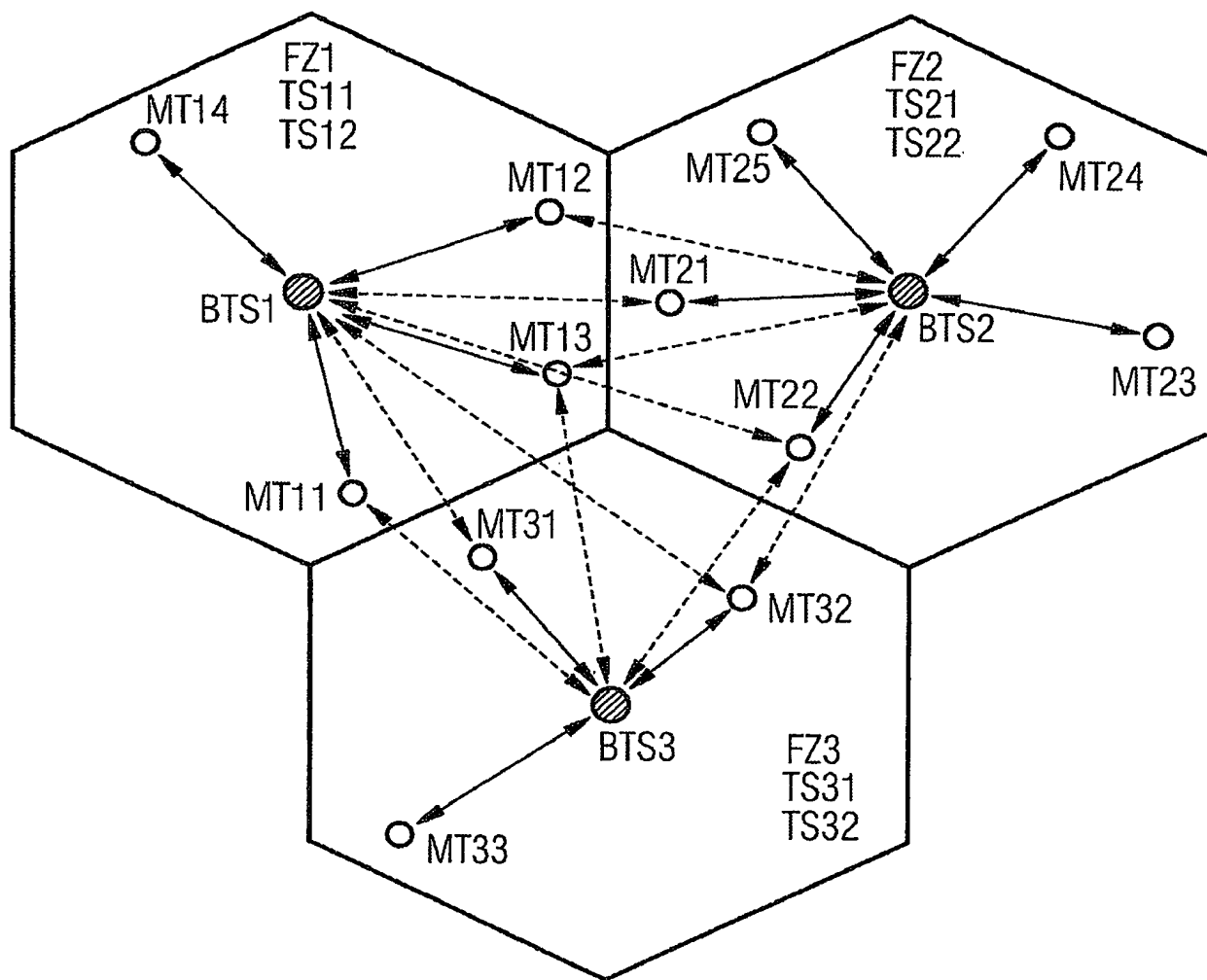
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung eines Zeitschlitz-Vielfachzugriffsverfahrens mit rahmenweiser Datenübertragung die Pilot-signalübertragung am Rahmenende erfolgt.
- 5
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Pilotsignal-Subträger von der Basisstation derart ausgewählt werden, dass sie unmittelbar benachbart sind.
- 10
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Pilotsignal durch mindestens zwei aufeinanderfolgende Symbole gebildet wird und die aufeinanderfolgenden Symbole durch die Pilotsignal-Subträger
- 15
- übertragen werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass während der Pilotsignalübertragung durch weitere zur Verfügung stehende Subträger keine weiteren Symbole übertragen werden.
- 20
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet,
- 25
- dass basierend auf einer ermittelten Phasenrotation zwischen empfangenen Symbolen unterschiedlicher Pilot-signal-Subträger eine Zeitabweichung bestimmt wird, und/oder
 - dass basierend auf einer ermittelten Phasenrotation zwischen aufeinanderfolgenden Symbolen eines Pilotsig-
- 30
- nal-Subträgers eine Frequenzabweichung bestimmt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragung mittels TDD-Funkübertragungsstandard oder mittels FDD-Funkübertragungsstandard durchgeführt wird.
- 35

15

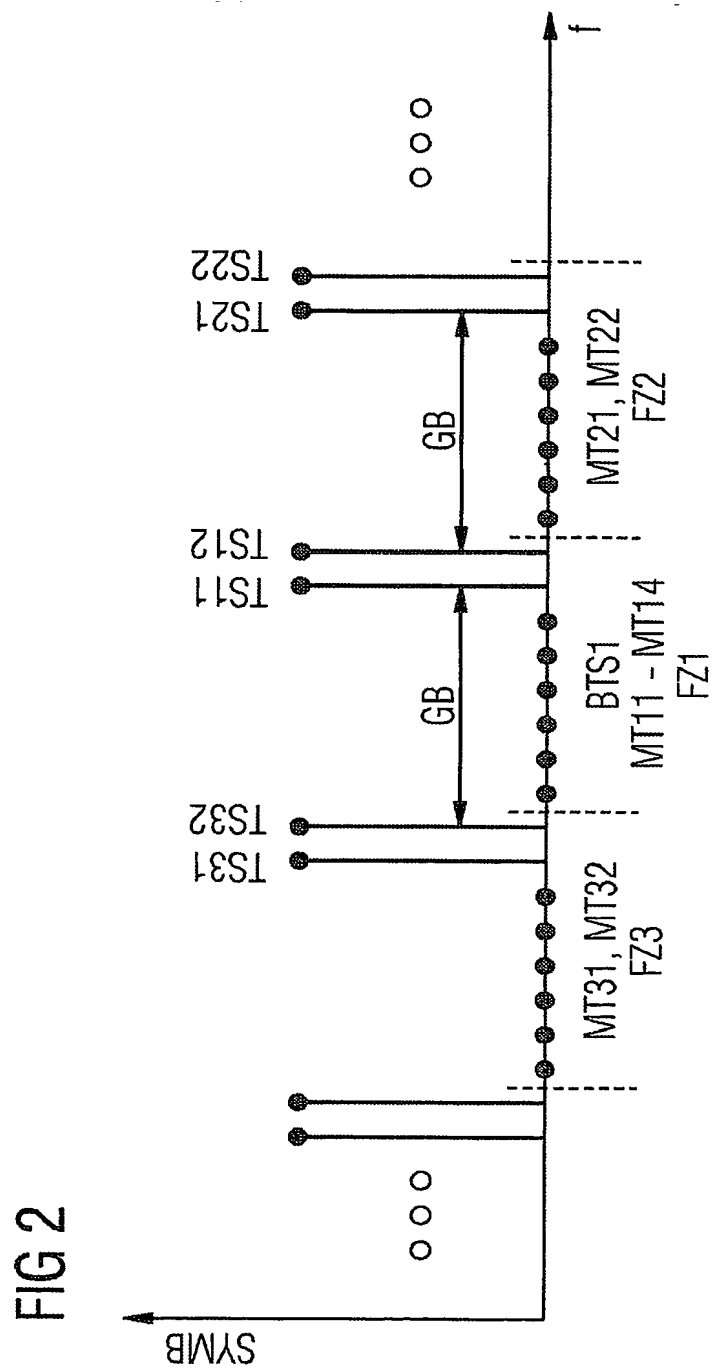
16. Basisstation, gekennzeichnet durch Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15.
- 5 17. Mobilstation, gekennzeichnet durch Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 15.
18. Funkkommunikationssystem, gekennzeichnet durch mindestens eine Basisstation nach Anspruch 16.
- 10 19. Funkkommunikationssystem, gekennzeichnet durch mindestens eine Mobilstation nach Anspruch 17.

1/5

FIG 1



2/5



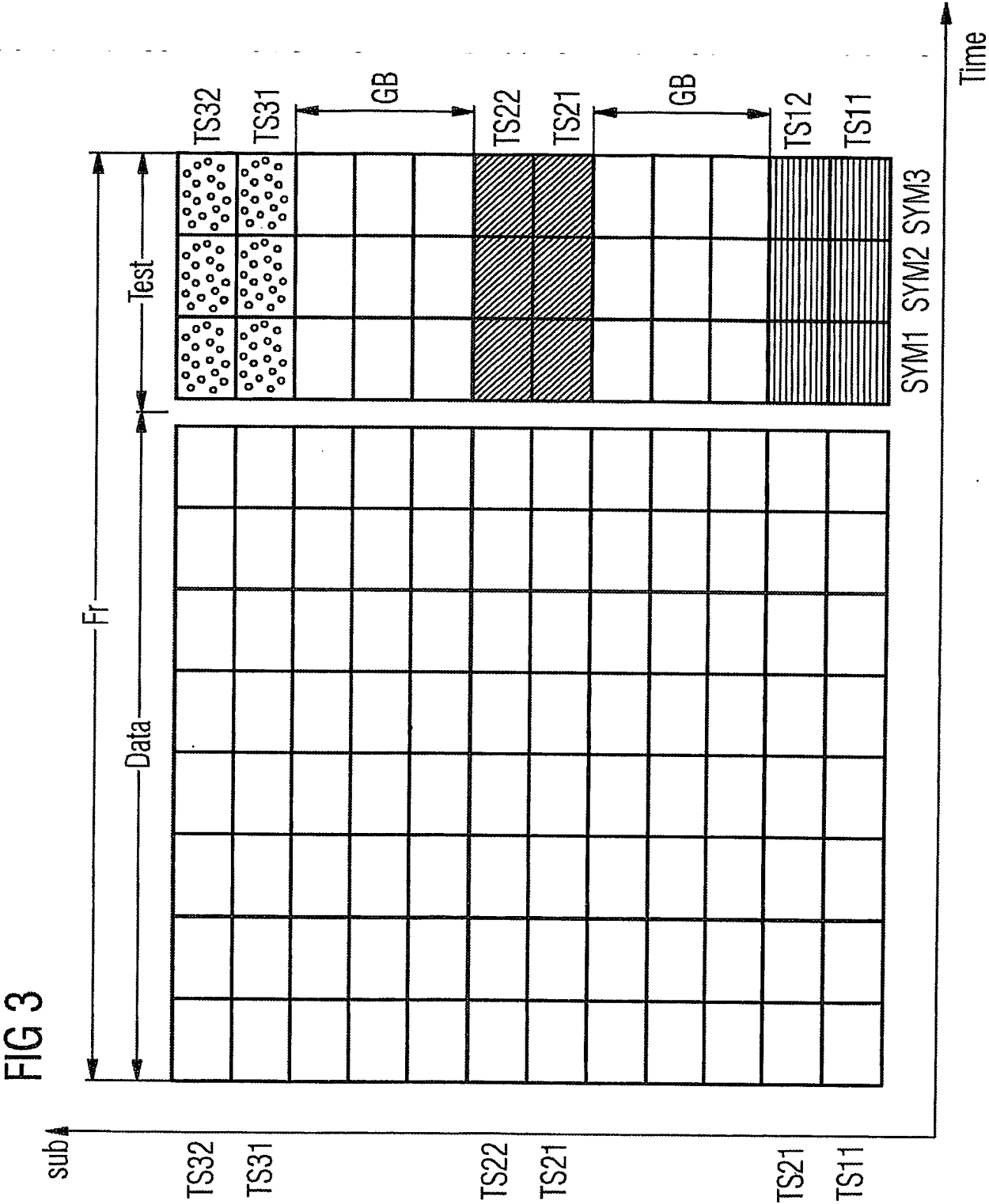


FIG 5

